



**PENGARUH MATERNAL TERHADAP VIABILITAS LALAT BUAH
(*Drosophila melanogaster* Meigen) STRAIN VESTIGIAL (vg)**

SKRIPSI

Oleh :

**Sri Wahyuni
NIM 071810401106**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PENGARUH MATERNAL TERHADAP VIABILITAS LALAT BUAH
(*Drosophila melanogaster* Meigen) STRAIN VESTIGIAL (vg)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh :

**Sri Wahyuni
NIM 071810401106**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Hartatik dan Ayahanda Herpan yang tercinta;
2. almarhum Ibunda Taslimah yang tercinta;
3. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;

MOTTO

Mintalah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(QS: Al-Baqarah, 153)*

Allah tidak membebani seseorang melainkan menurut kesanggupannya

(QS: Al-Baqarah, 286)*

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(QS: Al-Mujadalah, 11)*

*) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT. Kumudasmoro Grafindo

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Wahyuni

Nim : 071810401106

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Maternal Terhadap Viabilitas Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) Strain Vestigial (vg)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Desember 2012

Yang menyatakan,

Sri wahyuni
NIM 071810401106

SKRIPSI

**PENGARUH MATERNAL TERHADAP VIABILITAS LALAT BUAH
(*Drosophila melanogaster* Meigen) STRAIN VESTIGIAL (vg)**

Oleh :

**Sri Wahyuni
NIM 071810401106**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Sri Mumpuni W.W. S.Pd., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Eva Tyas Utami S.Si., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Maternal Terhadap Viabilitas Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) Strain Vestigial (vg)” telah diuji disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Sri Mumpuni W.W. S.Pd., M.Si
NIP 197105101999032002

Eva Tyas Utami S.Si., M.Si
NIP 197306012000032001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd.
NIP 195805281988021002

Esti Utarti, S.P., M.Si
NIP 197003031999032001

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pengaruh Maternal Terhadap Viabilitas Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) Strain Vestigial (vg); Sri Wahyuni, 071810401106; 2013; 25 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Salah satu ciri atau sifat makhluk hidup adalah mampu berkembang biak. Perkembangbiakan dapat terjadi melalui suatu perkawinan, yang akan menghasilkan suatu keturunan. Keturunan mewarisi sifat parental, salah satu sifat yang diwariskan dari parental tersebut adalah viabilitas. Pewarisan sifat dari induk dikontrol oleh DNA di dalam inti maupun di luar inti. Pewarisan di luar inti sering dihubungkan dengan efek maternal. Sitoplasma menyediakan lingkungan tempat gen-gen mengambil peranan. Oleh karena itu induk betina diharapkan mempengaruhi peranan gen-gen tertentu, lebih banyak daripada induk jantan. *Drosophila melanogaster* strain vestigial (vg) memiliki viabilitas yang rendah. Viabilitas merupakan hasil interaksi antara genotip dan lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain vestigial (vg).

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 ulangan. Data diperoleh dari pengamatan F₂ dengan membandingkan antara persilangan parental yang mempunyai latar belakang induk strain normal dengan persilangan parental yang mempunyai latar belakang strain mutan. Pengamatan dilakukan setiap hari mulai dari kemunculan imago pertama sampai hari kesepuluh. Untuk mengetahui pengaruh maternal terhadap viabilitas fenotip vestigial hasil kedua persilangan tersebut dilakukan uji T dengan taraf signifikansi 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah F₂ hasil testcross F₁ (♀ vg × ♂ normal) dengan jantan vg diperoleh fenotip normal sebanyak 915 ekor dan vestigial

sebanyak 319 ekor, dengan rasio normal : vg adalah 3:1. Sedangkan hasil testcross F_1 ($\text{♀ normal} \times \text{♂ vg}$) dengan jantan vg diperoleh fenotip normal sebanyak 998 ekor dan vestigial sebanyak 378 ekor, dengan rasio normal : vg adalah 3:1. Hasil persilangan menunjukkan bahwa persilangan tersebut merupakan persilangan monohibrid dan gen vg bersifat resesif dan terletak pada autosom, karena F_1 pada kedua persilangan semua normal. Untuk mengetahui pengaruh maternal dapat dilihat melalui perbandingan jumlah F_2 fenotip vestigial antara persilangan satu dengan resiproknya. Hasil uji T pada F_2 hasil testcross dengan taraf signifikansi 5 % diperoleh nilai $p = 0,104$ ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah fenotip vestigial pada F_2 yang berasal dari persilangan betina vg dengan jantan normal dengan persilangan resiproknya tidak berbeda nyata. Dengan demikian dalam persilangan tersebut tidak terdapat pengaruh maternal. Hal ini menunjukkan bahwa hanya gen vg yang mengontrol viabilitas mutan vg, sedangkan gen di luar inti (mtDNA) tidak mempengaruhi viabilitas mutan vg. Ini dibuktikan pada kedua persilangan walaupun menggunakan induk betina yang berbeda yaitu mutan dan normal, tetap tidak mempengaruhi viabilitas mutan vg.

PRAKATA

Puji syukur atas karunia Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Maternal Terhadap Viabilitas Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) Strain Vestigial (vg)”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Sri Mumpuni S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama, Eva Tyas Utami S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing Anggota, Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd. selaku Dosen Penguji I, Dr. Rer. Nat. Kartika Senjarini dan Esti Utarti, S.P., M.Si selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Esti Utarti S.P, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Ir. Effe Fadjriah ED. selaku teknisi Laboratorium Zoologi yang telah ikut membantu selama penelitian tugas akhir ini;
4. bapak dan ibu dosen, serta seluruh staf di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember, atas segala keikhlasan hati membantu penulis selama dalam masa perkuliahan;
5. Ibunda Hartatik dan Ayahanda Herpan yang tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung baik secara spiritual maupun materil;
6. almarhum Ibunda Taslimah yang tercinta yang selalu menjadi motivasi dan semangat;
7. Arief Firmansyah yang selalu mendukung dan memberi semangat setiap waktu;

8. sahabat seperjuanganku Hajar Syifa Fiarani, Yulianing Tyas, Kharisma Anindya Geovani, Aditya Nurmalita, dan Heny Tri Wijayanti yang telah memberi semangat;
9. sahabat-sahabatku kost Jawa 50 B yang selalu memberi kebahagiaan selama saya berada di Jember;
10. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusunan skripsi ini tidak luput dari kekurangan dan penulis mengharapkan adanya masukan dan kritikan yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah informasi bagi semua pihak.

Jember, Desember 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN.....	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ciri Morfologi <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen.....	4
2.2 Siklus Hidup <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen.....	6
2.3 Pengaruh Maternal.....	8
2.4 Viabilitas.....	10
2.5 Hipotesis.....	12
BAB 3. METODE PENELITIAN	

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.3 Rancangan Penelitian.....	13
3.4 Prosedur Penelitian.....	14
3.5 Pengamatan Viabilitas.....	15
3.6 Analisis Data.....	15
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil dan Pembahasan	16
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen strain normal dengan strain vestigial.....	6
4.1 Rekontruksi persilangan antara betina mutan dengan jantan normal serta resiproknya.....	17
4.2 Peta genetik parsial dari kromosom <i>Drosophila melanogaster</i> , gen vg terletak pada kromosom nomor 2, lokus 67.....	20

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Perkembangan <i>Drosophila melanogaster</i> Meigen pada suhu 25°C.....	8
3.1 Jumlah keturunan F ₂ pada kedua persilangan.....	15
4.1 Jumlah keturunan F ₂ hasil testcross pada persilangan vestigial dan normal.....	16
4.2 Rata-rata F ₂ (vestigial) hasil testcross F ₁ dengan jantan vg.....	19

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data analisis untuk viabilitas <i>Drosophila melanogaster</i> strain vestigial menggunakan uji T.....	25

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu ciri makhluk hidup adalah mampu berkembang biak. Perkembangbiakan dapat terjadi melalui suatu perkawinan, yang akan menghasilkan suatu keturunan yang mewarisi sifat parental. Pewarisan sifat dikontrol oleh gen-gen yang terletak di dalam inti. Gen-gen kromosomal ini memegang peranan utama di dalam pewarisan sebagian besar sifat genetik. Dari hasil beberapa penelitian diperoleh informasi bahwa pewarisan sifat juga dapat dikontrol oleh gen di luar inti (Suryo, 1995). DNA luar inti sel ditemukan pada dua organel penting yaitu mitokondria (mtDNA) pada hewan dan tumbuhan, dan kloroplas pada tumbuhan hijau (Leeson *et al*, 1996). Pewarisan sifat oleh bahan genetik di luar inti (*extra nuclear inheritance*) disebut pewarisan maternal (Russel, 1992).

Dalam suatu persilangan, fenotip keturunan juga dapat ditentukan pada gen-gen yang terdapat pada induk betina. Hal ini disebabkan karena volume gamet betina yang lebih besar daripada volume gamet jantan, dan bagian terbesar dari gamet betina adalah sitoplasma beserta organel-organel seperti mitokondria, plastida, dan sebagainya. Pengaruh kondisi yang diturunkan induk betina kepada anaknya disebut sebagai efek maternal. Pewarisan maternal dikontrol oleh DNA mitokondria (mtDNA), sementara mtDNA diwariskan secara maternal (*maternally inheritance*) (Wallace, 1997).

Salah satu sifat yang diwariskan dari parental kepada keturunannya adalah viabilitas. Menurut Gardner dan Snustand (1984) viabilitas adalah kemampuan untuk bertahan hidup dan berkembang dengan baik secara normal. Viabilitas makhluk hidup dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berupa sifat genetik yang dimiliki oleh makhluk hidup tersebut. Sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, cahaya, nutrisi, dan faktor lain.

Viabilitas merupakan hasil suatu rangkaian reaksi biokimiawi sel seperti sintesis protein. Dalam melaksanakan proses tersebut dibutuhkan ATP yang

dihasilkan di mitokondria. Sehingga gen di luar inti (mtDNA) berpengaruh secara tidak langsung dalam menentukan viabilitas suatu organisme (Suryo, 1995). Menurut Kusri (2007) efek maternal yang berupa sitoplasma ovum menjadikan genotip maternal berpengaruh terhadap keturunannya.

Pewarisan sifat maternal merupakan pewarisan gen-gen mitokondria dari induk betina kepada keturunannya. Produk dari sebagian besar gen-gen mitokondria membantu menyusun kompleks protein dari rantai transport elektron dan sintesis ATP. Cacat-cacat dalam protein-protein ini akan mengurangi ATP yang dapat dibuat oleh sel (Campbell *et al*, 2002).

Berkaitan dengan efek maternal, Solawati (2008) melakukan penelitian mengenai efek maternal terhadap viabilitas *Drosophila melanogaster* strain bcl. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa viabilitas keturunan F₂ mutan bcl yang memiliki latar belakang induk strain normal, lebih tinggi daripada yang memiliki latar belakang induk strain bcl.

Drosophila strain vestigial (vg) memiliki viabilitas yang rendah, dengan ciri sayap tereduksi atau pendek (vestigial), sehingga tidak dapat digunakan untuk terbang. Bentuk sayap ini disebabkan adanya kelainan pada kromosom nomor 2. Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, perlu diteliti pengaruh maternal terhadap viabilitas *Drosophila melanogaster* Meigen strain vestigial (vg) dengan induk yang berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain vestigial (vg)?

1.3 Batasan Masalah

a. *Drosophila melanogaster* Meigen strain vestigial (vg) yang diamati adalah generasi kedua (F₂).

- b. Viabilitas diamati dengan menghitung rata-rata jumlah keturunan F_2 pada fase imago.

1.4 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain vestigial (vg).

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai objek penelitian tentang pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain vestigial (vg). Dari hasil penelitian ini diharapkan diperoleh strain vestigial (vg) dengan viabilitas yang tinggi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi *Drosophila melanogaster* Meigen

Drosophila melanogaster pertama kali diperkenalkan oleh Morgan dan Castel pada tahun 1900 dan diketahui bahwa *Drosophila melanogaster* dapat digunakan sebagai sumber pembelajaran genetika pada organisme diploid. Hewan ini dianggap mempunyai peranan yang sangat penting dalam perkembangan genetika selanjutnya. Alasan penggunaan hewan ini sebagai objek penelitian genetika di laboratorium adalah ukurannya kecil, mempunyai siklus hidup pendek, dapat memproduksi banyak keturunan, generasi yang baru dapat dikembangkan setiap dua minggu, murah biayanya, dan mudah perawatannya (Stine, 1991 dalam Chumaisah, 2002).

Klasifikasi *Drosophila melanogaster* Meigen menurut Borror *et al.*, (1992) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Arthropoda
Clas : Insecta
Ordo : Diptera
Family : Drosophilidae
Genus : *Drosophila*
Spesies : *Drosophila melanogaster* Meigen.

Drosophila melanogaster normal memiliki ciri-ciri sebagai berikut: panjang tubuh lalat dewasa 2-3 mm, imago betina umumnya lebih besar dibandingkan dengan yang jantan, tubuh berwarna coklat kekuningan dengan faset mata berwarna merah berbentuk elips. Terdapat pula mata ocelli yang mempunyai ukuran jauh lebih kecil dari mata majemuk, berada pada bagian atas kepala, di antara dua mata majemuk, berbentuk bulat. Selain itu, *Drosophila melanogaster* normal memiliki antena yang berbentuk tidak runcing dan bercabang-cabang dan kepala berbentuk elips. Thorax berwarna krem, ditumbuhi banyak bulu, dengan warna dasar putih. Abdomen bersegmen lima, segmen terlihat dari garis-garis hitam yang terletak pada abdomen.

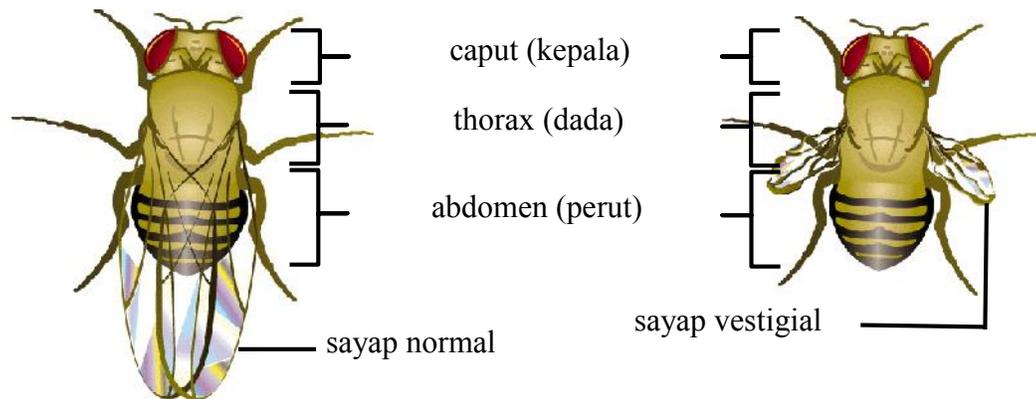
Sayap *Drosophila* normal memiliki ukuran yang panjang dan lurus, bermula dari thorax hingga melebihi abdomen lalat dengan warna transparan (Dimit, 2006).

Lalat jantan mempunyai *sex comb* (sisir kelamin) pada kaki depannya, sehingga dapat digunakan sebagai alat identifikasi, sedangkan lalat betina tidak memiliki sisir kelamin. Lalat betina mempunyai tanda berwarna gelap atau hitam pada abdomen bagian dorsal sedangkan pada lalat jantan tidak ada (Herskowitz, 1977).

Terdapat berbagai variasi strain *Drosophila melanogaster* dengan ciri-ciri tertentu. Morgan menemukan lalat jantan dengan mata putih berbeda dengan mata normal, yaitu merah. Fenotip normal untuk suatu karakter, seperti mata merah pada *Drosophila*, disebut tipe liar (*wild type*). Karakter-karakter alternatif dari tipe liar, seperti mata putih pada *Drosophila*, disebut fenotip mutan (*mutan phenotype*), yang sebenarnya berasal dari alel tipe liar yang mengalami perubahan atau mutasi (Campbell *et al*, 2002).

T.H Morgan dan beberapa orang rekannya berhasil menemukan 85 bentuk mutan yang menyimpang dari tipe normal (*wild type*), seperti bentuk sayap, warna tubuh, warna mata, bentuk *bristel*, dan ukuran mata. Mutan-mutan tersebut disebabkan oleh mutasi spontan tunggal yang jarang. Salah satu tipe *Drosophila* mutan adalah strain vestigial (vg). Ciri strain vg yaitu sayap pendek atau keriput (*vestigial*). Sayap ini tidak dapat digunakan untuk terbang. Kondisi sayap ini yang mudah dibedakan dengan jenis mutan lainnya. Kelainan ini disebabkan adanya kelainan pada kromosom nomor 2, lokus 67,0 (Campbell *et al*, 2002).

Perbedaan morfologi *Drosophila melanogaster* Meigen strain normal dengan strain vestigial dapat dilihat pada Gambar 2.1



strain normal (*wild type*)

strain vestigial (*vg*)

Gambar 2.1 Morfologi *Drosophila melanogaster* Meigen strain normal dan strain vestigial (Sumber: http://www.exploratorium.edu/exhibits/mutant_flies/mutant_flies.html)

2.2 Siklus Hidup *Drosophila melanogaster* Meigen

Drosophila melanogaster memiliki empat tahap dalam siklus hidupnya yaitu: telur, larva, pupa, dan dewasa. *Drosophila melanogaster* akan menghasilkan keturunan baru dalam waktu 9-10 hari. Jika dipelihara pada suhu 25°C dalam kultur segar, lima hari pada tahap telur dan tahap larva, lalu empat hari pada tahap pupa (Wonderly, 2002).

Drosophila melanogaster mempunyai siklus hidup yang sangat pendek yaitu sekitar 12 hari pada suhu kamar. Lalat betina dapat menghasilkan telur sebanyak 100 butir dan separuh dari jumlah telur tersebut akan menjadi lalat jantan dan separuhnya lagi akan menjadi lalat betina. Siklus hidup lalat ini akan semakin pendek apabila lingkungannya tidak mendukung (Wonderly, 2002).

Empat tahap siklus hidup *Drosophila melanogaster* adalah sebagai berikut:

a. Telur

Telur berukuran 0,5 mm dan berbentuk lonjong. Telur dilapisi oleh dua lapisan, yang pertama selaput vitelin tipis yang mengelilingi sitoplasma dan yang kedua selaput tipis tetapi kuat (korion) di bagian luar dan di anterior terdapat dua tangkai tipis. Permukaan korion tersusun atas lapisan kitin yang kaku, berwarna

putih transparan. Pada salah satu ujungnya terdapat filamen-filamen yang mencegah supaya telur tidak tenggelam di dalam medium (Stickberger, 1962).

b. Larva

Telur menetas menjadi larva dalam waktu 24 jam. Larva berwarna putih, memiliki segmen, bentuknya menyerupai cacing, mulut berwarna hitam dengan bentuk kait sebagai pembuat lubang. Pada stadium ini aktifitas makan semakin meningkat dan gerakannya relatif cepat. *Drosophila melanogaster* pada tahap larva mengalami dua kali molting. Tahap antara molting satu dengan selanjutnya disebut instar (Strickberger, 1962).

Larva *Drosophila melanogaster* memiliki tiga tahap instar yang disebut dengan larva instar-1, larva instar-2, dan larva instar-3 dengan waktu perkembangan berturut-turut selama 24 jam, 24 jam dan 48 jam diikuti dengan perubahan ukuran tubuh yang makin besar. Larva instar-1 melakukan aktivitas makan pada permukaan medium dan pada larva instar-2 mulai bergerak ke dalam medium demikian pula pada larva instar-3. Aktivitas makan ini berlanjut sampai mencapai tahap pre pupa (Ashburner, 1989 dalam Mulyanti, 2005). Sebelum mencapai tahap ini larva instar-3 akan merayap dari dasar botol medium ke daerah atas yang relatif kering (Strickberger, 1962). Selama tahap perkembangan larva, medium mengalami perubahan dalam komposisi dan bentuk (Ashburner, 1989 dalam Mulyanti, 2005).

c. Pupa

Proses perkembangan pupa sampai menjadi dewasa membutuhkan waktu 4-4,5 hari. Pada awalnya pupa berwarna kuning muda, bagian kutikula mengeras dan berpigmen. Pada tahap ini terjadi perkembangan organ dan bentuk tubuh. Dalam waktu yang singkat, tubuh menjadi bulat dan sayapnya menjadi lebih panjang. Warna tubuh *Drosophila melanogaster* dewasa yang baru muncul lebih mengkilap dibandingkan *Drosophila melanogaster* yang lebih tua (Stickberger, 1962).

d. Dewasa

Lalat dewasa jantan dan betina mempunyai perbedaan morfologi pada bagian posterior abdomen. Pada lalat betina dewasa terdapat garis-garis hitam melintang mulai dari permukaan dorsal sampai bagian tepi. Pada lalat jantan ukuran tubuh umumnya lebih kecil dibandingkan dewasa betina dan bagian ujung segmen abdomen berwarna hitam. Pada bagian tarsal pertama kaki depan lalat jantan terdapat *bristel* berwarna gelap yang disebut *sex comb* (Stickberger, 1962).

Perkembangan *Drosophila melanogaster* Meigen pada suhu 25°C dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perkembangan *Drosophila melanogaster* Meigen pada suhu 25°C

Waktu		Tingkat Fase
Jam	Hari	
0	0	Peletakan telur
0-22	0-1	Embrio
22	1	Telur menetas (Larva instar I)
47	2	Molting pertama (Larva instar II)
70	3	Molting kedua (Larva instar III)
118	5	Pembentukan puparium (kepompong)
122	5	Molting "Pra-Pupa"
130	5½	Pupa: pembentukan kepala, sayap dan kaki
167	7	Pigmentasi warna pupa
214	9	Imago menetas dari puparium (kepompong)
215	9	Sayap menyesuaikan dengan ukuran dewasa

(Sticberger, 1962)

2.3 Pengaruh Maternal

Sitoplasma merupakan cairan di luar inti yang di dalamnya terdapat banyak organel sel antara lain mitokondria dan kloroplas. Mitokondria ditemukan pada sel

hewan dan tumbuhan, sedangkan kloroplas ditemukan pada tumbuhan hijau (Leeson *et al*, 1996). Pewarisan sifat induk pada keturunan ditentukan oleh gen-gen yang terdapat pada inti sel. Tetapi dengan adanya penelitian yang dilakukan pada tumbuhan maupun hewan, diketahui bahwa pewarisan sifat organisme eukariotik yang terjadi melalui perkawinan tidak hanya ditentukan oleh gen yang ada di dalam inti tetapi ditentukan juga oleh gen di luar inti (Gardner dan Snustand, 1984).

Beberapa penelitian mengenai pewarisan sifat menunjukkan bahwa gen di luar inti salah satunya terletak dalam mitokondria (mtDNA). Dalam keadaan tertentu pewarisan sifat dari ibu diatur oleh gen-gen di luar inti yang menyebabkan pengaruh ibu terlihat pada keturunannya. Pola pewarisan di luar inti berbeda dengan pola pewarisan Mendel. Pola pewarisan Mendel dalam persilangan monohibrid, pada F_2 akan dihasilkan perbandingan 3:1 dan dalam persilangan dihibrid pada F_2 akan dihasilkan perbandingan 9:3:3:1 (Gardner dan Snustand, 1984).

Salah satu cara untuk melihat adanya pewarisan di luar inti adalah dengan membandingkan keturunan dari resiproknya. Jika F_2 hasil perkawinan awal dengan perkawinan resiprok terdapat perbedaan hasil, maka telah terjadi pewarisan di luar inti. Perkembangan sel telur dan embrio dipengaruhi oleh kondisi induk betina tempat mereka berkembang. Beberapa potensi sel telur telah ditentukan sebelum proses fertilisasi dan dipengaruhi oleh kondisi bawaan induk betina, bukan induk jantan, hal ini disebut sebagai efek maternal (Verma dan Agraval, 1975).

DNA mitokondria (mtDNA) memiliki ciri-ciri yang berbeda dari DNA nukleus ditinjau dari ukuran, jumlah gen, dan bentuk. Besar genom pada DNA mitokondria relatif kecil dibandingkan dengan genom DNA pada nukleus. Pada manusia ukuran DNA mitokondria adalah 16,6 kb, sedangkan pada *Drosophila melanogaster* kurang lebih 18,4 kb. Tidak seperti DNA nukleus yang berbentuk linear, mtDNA berbentuk lingkaran. Selain itu DNA inti merupakan hasil rekombinasi DNA kedua orang tua sementara DNA mitokondria hanya diwariskan dari ibu (*maternally inherited*) (Giles, 1980).

Pola pewarisan secara maternal disebabkan oleh peristiwa pembuahan sel telur oleh sperma. Pada sperma, mitokondria banyak terdapat di dalam bagian ekor karena bagian ini yang sangat aktif bergerak sehingga membutuhkan banyak ATP. Pada proses pembuahan hanya kepala sperma yang memasuki sel telur, sehingga mitokondria sperma yang terdapat pada ekor sperma menjadi ikut terlepas bersamaan dengan ekor sperma itu sendiri. Satu-satunya sumber mitokondria untuk zigot yang terbentuk hanya dari sel telur. Itu sebabnya mitokondria yang terdapat pada makhluk hidup saat ini berasal dari mitokondria sel telur (Wallace, 1997).

Beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk membedakan antara sifat-sifat keturunan yang ditentukan oleh gen-gen dalam inti dengan yang ditentukan oleh gen-gen di luar inti adalah:

1. Induk betina memberi sumbangan lebih besar kepada keturunan daripada induk jantan, sehingga sifat-sifat keturunan memiliki sifat-sifat dari induk betina.
2. Persilangan resiprok menghasilkan keturunan yang berlainan. Telah diketahui bahwa apabila gen-gen terdapat dalam autosom, maka persilangan resiprok menghasilkan keturunan yang sama.
3. Tidak ada segregasi dan perbandingan fenotip yang khas pada keturunan seperti prinsip Mendel, memberi petunjuk bahwa terdapat pewarisan di luar inti.
4. Gen-gen dalam kromosom menempati lokus tertentu sehingga dapat dibuat peta kromosom. Gen-gen semacam ini tidak dapat dijumpai pada pewarisan di luar inti sehingga tidak dapat dibuat peta lokasi gen (Suryo, 1995).

2.4 Viabilitas

Viabilitas merupakan kemampuan makhluk hidup untuk bertahan hidup dan berkembang dengan baik secara normal. Viabilitas makhluk hidup dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor internal yang meliputi sifat genetik yang dimiliki oleh makhluk hidup tersebut dan faktor eksternal meliputi suhu, cahaya, nutrisi, ruang gerak dan faktor-faktor yang lain (Gardner dan Snustand, 1984).

1. Faktor Internal

Gen dapat mempengaruhi viabilitas suatu organisme. *Drosophila melanogaster* strain vestigial (vg) memiliki viabilitas lebih rendah daripada *Drosophila melanogaster* strain normal (N). Hal ini disebabkan adanya efek kerusakan fisiologis yang berhubungan dengan gen-gen yang dimiliki oleh *Drosophila melanogaster* mutan. Stickberger (1985) menyebutkan bahwa terdapat beberapa faktor internal yang mempengaruhi viabilitas *Drosophila melanogaster* yaitu umur, jenis kelamin, dan keadaan fisiologis internal.

Gen vg yang bertanggung jawab terhadap terbentuknya sayap vestigial *Drosophila*, ternyata juga bertanggung jawab atas *halter*, pasangan *bristle* (bulu) dorsal tertentu, lama hidup, fekunditas dan sebagainya. Peristiwa ketika satu gen berpengaruh terhadap lebih dari satu sifat disebut *pleiotropy* (Gardner dan Snustand, 1984).

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal seperti makanan dan nutrisi memiliki pengaruh cukup besar terhadap pembentukan unit kimia baru untuk proses duplikasi asam nukleat selama reproduksi sel. Pengadaan unit kimia baru untuk kepentingan duplikasi asam nukleat atau polinukleotida selama reproduksi sel pada individu berasal dari unsur-unsur kimia dalam lingkungan (yang masuk ke dalam tubuh individu berupa makanan atau nutrisi) (Corebima, 1992).

Perubahan hasil ekspresi gen dapat disebabkan oleh faktor lingkungan. Keadaan lingkungan tidak selalu tetap, akan tetapi terus mengalami perubahan sepanjang waktu. Adanya perubahan-perubahan lingkungan dapat mengakibatkan proses biokimiawi sel terganggu. Gen dapat berubah sifatnya karena pengaruh lingkungan yang disebabkan oleh proses mutasi sehingga menghasilkan gen-gen mutan (Suryo, 2004).

Gen dan lingkungan merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi terbentuknya fenotip. Fenotip adalah sifat yang tampak dari luar dan dapat diamati morfologi, fisiologi dan tingkah lakunya. Fenotip merupakan hasil interaksi antara

lingkungan dengan faktor genotip. Faktor-faktor lingkungan mampu mempengaruhi suatu gen sehingga dapat menyebabkan perubahan hasil ekspresi gen (Suryo, 2004).

2.5 Hipotesis

Terdapat pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah *Drosophila melanogaster* Meigen strain vestigial (vg).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi Dasar, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada bulan Juni sampai Agustus 2012.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan meliputi: mikroskop stereo/loop, kamera digital, cawan petri, selang, botol selai, botol ampul, kuas, kertas pupasi, blender, busa penyumbat, kapas, kertas label, dan timbangan bahan.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan yaitu: *Drosophila melanogaster* Meigen strain normal dan strain vestigial (vg) jantan dan betina yang diperoleh dari Laboratorium Biologi Dasar, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Media untuk pertumbuhan *Drosophila* meliputi: pisang, gula merah, agar-agar, air, *methyl paraben* (Merck), dan *yeast* (Fermipan).

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 10 ulangan. Data diperoleh dari pengamatan F₂ dengan membandingkan antara persilangan parental yang mempunyai latar belakang induk betina strain normal dengan persilangan parental yang mempunyai latar belakang induk betina strain mutan. Pengamatan dilakukan setiap hari mulai dari kemunculan imago pertama sampai hari kesepuluh.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Medium

Komposisi bahan yang digunakan untuk pembuatan medium adalah pisang 550 gr, gula merah 150 gr, agar-agar satu bungkus (7 gr), *sorbic acid* 5 cc, *methyl paraben* 5 cc, *yeast* 20 gr, dan air secukupnya.

Cara pembuatan medium adalah sebagai berikut: pisang ditambah dengan air, diblender sampai bahan-bahan tersebut tercampur rata dan halus. Agar-agar dan gula merah dicampur dengan air kemudian dididihkan. Pisang yang sudah diblender dimasukkan ke dalam agar-agar dan gula merah yang sudah mendidih, diaduk sampai rata kemudian didiamkan kurang lebih selama 10 menit (sampai pisang matang) dan didinginkan kurang lebih selama 20 menit kemudian diberi ragi yang sudah dilarutkan dalam air dan dicampur dengan *sorbic acid* (zat pencegah jamur). Adonan dituang ke dalam botol dan diberi kertas pupasi, selanjutnya botol ditutup dengan busa.

3.4.2 Persiapan Stok Induk

Disiapkan botol yang berisi medium, kemudian dimasukkan 5 ekor lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain normal dan strain vestigial (vg) ke dalam botol yang berbeda. Setelah muncul pupa, induk dipindahkan ke dalam botol lain untuk peremajaan. Untuk memperoleh betina virgin maka dilakukan isolasi masing-masing pupa dalam ampul.

3.4.3 Teknik Mendapatkan Generasi Kedua (F₂)

Disiapkan botol perlakuan. Lima ekor betina vestigial (vg) disilangkan dengan jantan normal, untuk mendapatkan F₁, kemudian juga dilakukan perkawinan resiprok (perlakuan kedua). Dari persilangan F₁ tersebut diambil lima ekor betina virgin normal heterozigot kemudian di testcross dengan induk jantan homozigot resesif (vg) untuk mendapatkan F₂. Jumlah keturunan F₂ dihitung berdasarkan fenotipnya.

3.4.4 Cara Menghitung Viabilitas

Jumlah keturunan dari hasil testcross dihitung berdasarkan fenotip untuk masing-masing perlakuan (Solawati, 2008).

3.5 Pengamatan Viabilitas

Viabilitas dihitung berdasarkan jumlah keturunan F_2 . Pengamatan dilakukan setiap hari, sejak kemunculan imago pertama sampai hari ke 10. Data diperoleh dengan menghitung keturunan F_2 dan membedakan fenotipnya. Data perhitungan jumlah keturunan F_2 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jumlah keturunan F_2 pada kedua persilangan

Persilangan P_1	Fenotip F_1	Tescross F_1	Fenotip F_2	Jumlah keturunan F_2				
				1	2	3	...	n
$\text{♀ } vg \times \text{♂ } normal$	normal heterozigot	$\text{♀ } normal \times \text{♂ } vg$	normal vestigial					
$\text{♀ } normal \times \text{♂ } vg$	normal heterozigot	$\text{♀ } normal \times \text{♂ } vg$	normal vestigial					

3.6 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk mengetahui pengaruh maternal terhadap viabilitas fenotip vestigial hasil kedua persilangan tersebut digunakan uji T dengan taraf signifikansi 5% (Gaspersz, 1991).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil persilangan antara betina mutan vestigial dengan jantan normal, serta persilangan resiproknya (betina normal dengan jantan mutan vestigial) diperoleh F₁ semua normal baik jantan maupun betina. F₂ hasil testcross antara F₁ (betina normal) dengan jantan mutan resesif (vg), diperoleh dua macam fenotip yaitu normal dan vestigial baik jantan maupun betina. Hasil perhitungan jumlah keturunan F₂ pada kedua persilangan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah F₂ hasil testcross pada persilangan vestigial dan normal

Persilangan P ₁	Fenotip F ₁	Testcross F ₁	Fenotip F ₂	Jumlah Keturunan F ₂	Rasio
♀ vg × ♂ normal	normal	♀ normal × ♂ vg	normal	915	2,87 (3)
			vestigial	319	1
♀ normal × ♂ vg	normal	♀ normal × ♂ vg	normal	998	2,64 (3)
			vestigial	378	1

Berdasarkan data pada Tabel 4.1 diketahui jumlah F₂ hasil persilangan antara betina vestigial dengan jantan normal diperoleh keturunan fenotip normal sebanyak 915 ekor dan vestigial sebanyak 319 ekor, dengan rasio normal : vg adalah 3:1. Sedangkan F₂ hasil persilangan antara betina normal dengan jantan vg diperoleh keturunan fenotip normal sebanyak 998 ekor dan vestigial sebanyak 378 ekor, dengan rasio normal : vg adalah 3:1. Hasil persilangan membuktikan bahwa persilangan tersebut merupakan persilangan monohibrid dan gen vg adalah resesif yang terletak pada autosom, karena F₁ pada kedua persilangan semua normal.

Hasil testcross diperoleh dua macam fenotip yaitu normal dan vestigial. Hal ini membuktikan bahwa F₁ adalah heterozigot. Pada F₂ hasil testcross monohibrid menurut Hukum Mendel menghasilkan rasio fenotip 1:1, sedangkan pada penelitian ini diperoleh rasio F₂ normal : vestigial = 3:1. Rasio keturunan tersebut membuktikan bahwa fenotip vg mempunyai viabilitas yang rendah.

efek kerusakan fisiologis yang berhubungan dengan gen-gen yang dimiliki oleh *Drosophila melanogaster* mutan.

Stickberger (1985) menyebutkan bahwa terdapat beberapa faktor internal yang mempengaruhi viabilitas *Drosophila melanogaster* yaitu umur, jenis kelamin, dan keadaan fisiologis internal. Gen *vg* selain bertanggung jawab terhadap sayap vestigial *Drosophila*, ternyata juga bertanggung jawab atas *halter*; pasangan *bristle* (bulu) dorsal tertentu; lama hidup; fekunditas dan sebagainya. Keadaan seperti ini disebut *pleiotropy* yaitu satu gen berpengaruh terhadap lebih dari satu sifat (Gardner dan Snustand, 1984).

Perubahan genotip pada kromosom dapat menyebabkan atau mempengaruhi jumlah keturunan yang dihasilkan. Selain itu Karmana (2010) menyatakan bahwa jumlah telur pada *Drosophila melanogaster* dapat dipengaruhi oleh genotip. Ini dapat diinterpretasikan bahwa genotip strain *vg* yang telah bermutasi tentunya telah berbeda dengan strain normal yang genotipnya normal, dan inilah diduga menyebabkan perbedaan pengaruhnya terhadap jumlah keturunan.

Hal ini juga mengindikasikan bahwa mutasi yang terjadi pada strain *vg* relatif kurang adaptif dibandingkan dengan strain normal. Ini dibuktikan dengan sangat sedikitnya jumlah keturunan yang dihasilkan. Diduga bahwa keturunan tersebut tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan sehingga cepat mati. Corebima (1992) menyatakan bahwa mutasi memang dapat menghasilkan mutan yang adaptif, tetapi dapat juga menghasilkan mutan yang tidak adaptif karena mutasi terjadi secara acak dan tidak terarah.

Fenotip dalam hal ini adalah viabilitas ditentukan gen dalam inti dan lingkungan baik internal maupun eksternal (Morgan, 2009). Gen maternal terdapat di dalam nukleus induk betina dan terekspresi ke dalam sitoplasmanya. Sehingga pada saat fertilisasi, gen tersebut diturunkan kepada anaknya. Sampai tahap tertentu pengaruh maternal tersebut hilang yaitu sampai tahap gastrulasi. Sel telur menyediakan nutrisi untuk perkembangan embrio. Sebelum fase gastrulasi, embrio tidak melakukan transkripsi karena dalam proses tersebut dibutuhkan mRNA, dan

mRNA tersebut terdapat pada partikel ribonukleoprotein (RNP) maternal. Setelah fase gastrulasi, embrio berkonsentrasi pada perkembangan dan sifat induk jantan maupun induk betina terekspresi (Muller, 1997).

Salah satu kriteria yang dapat digunakan untuk membedakan sifat-sifat keturunan yang diawasi oleh gen-gen dalam inti dengan yang diawasi oleh gen-gen di luar inti adalah dengan membandingkan keturunan dengan resiproknya. Jika dalam perkawinan resiprok terdapat perbedaan hasil, maka telah terjadi pewarisan di luar inti (Suryo, 1995).

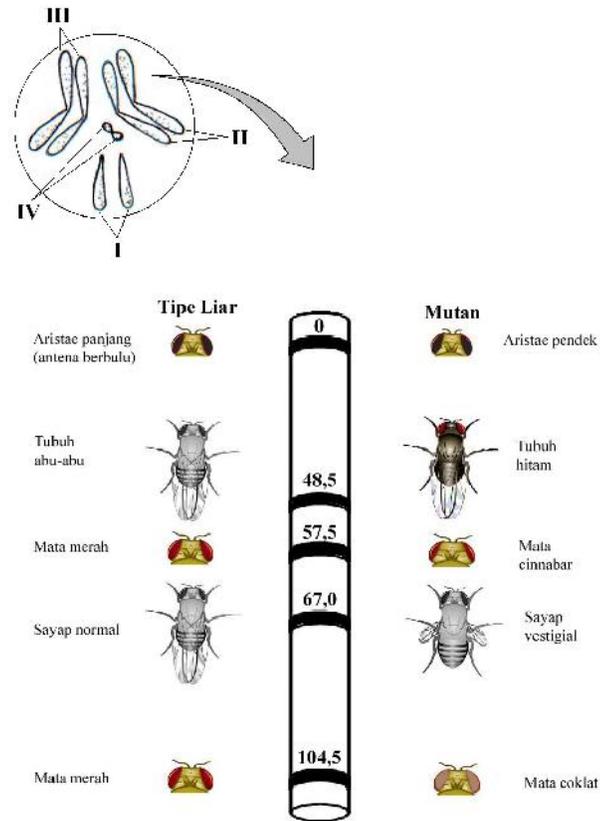
Pengaruh maternal dapat dilihat melalui perbandingan rata-rata jumlah F_2 fenotip vestigial. Rata-rata jumlah F_2 fenotip vestigial hasil kedua persilangan kedua dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-rata F_2 (vestigial) hasil testcross F_1 dengan jantan vg

Persilangan	Rata-rata Jumlah Keturunan F_2 fenotip vestigial \pm SD
$\text{♀ vg} \times \text{♂ normal}$	$31,9 \pm 7,8$
$\text{♀ normal} \times \text{♂ vg}$	$37,8 \pm 14,3$

Hasil uji T pada F_2 hasil testcross dengan taraf signifikansi 5 % diperoleh nilai $p = 0,104$ ($p > 0,05$) (Lampiran A). Hal ini membuktikan bahwa jumlah keturunan vg pada F_2 yang berasal dari persilangan betina vg dengan jantan normal dengan persilangan resiproknya tidak berbeda nyata. Tidak adanya perbedaan jumlah keturunan F_2 fenotip vestigial dari dua persilangan dengan latar belakang betina normal dan betina mutan membuktikan bahwa viabilitas vg tidak dipengaruhi oleh gen di luar inti.

Gen *vg* adalah gen di dalam inti pada kromosom nomor 2, lokus 67,0 (Campbell *et al*, 2002). Letak gen *vg* dalam kromosom dapat dilihat pada peta genetik parsial dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta genetik parsial dari kromosom *Drosophila melanogaster*, gen *vg* terletak pada kromosom nomor 2, lokus 67 (Campbell *et al*, 2002).

Pola pewarisan maternal tidak selalu ditentukan oleh gen yang terdapat dalam sitoplasma. Karena betina memberi sumbangan sitoplasma lebih banyak kepada zigot daripada yang jantan, maka substansi maternal yang berasal dari nukleus dalam sel telur pada pembuahan, dapat mempengaruhi fenotip dari keturunan. Dalam keadaan demikian, pengaruh maternal akan tergantung dari genotip ibu, tidak hanya dari gen-gen dalam sitoplasma. Sehingga sifat-sifat yang dihasilkan dari pewarisan sitoplasmatis pada satu kasus juga dapat membuktikan pewarisan nukleus pada kasus yang lain (Suryo, 1995).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata dari maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain vestigial (vg). Hal ini menunjukkan bahwa hanya gen vg yang mengontrol viabilitas mutan vg, sedangkan gen di luar inti (mtDNA) tidak mempengaruhi viabilitas mutan vg. Ini dibuktikan pada kedua persilangan walaupun menggunakan induk yang berbeda yaitu mutan dan normal, tetap tidak mempengaruhi viabilitas mutan vg.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh maternal terhadap viabilitas lalat buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) dengan menggunakan strain yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Apandi, M. 1987. *Dasar-Dasar Genetika*. Ilmu Untuk Masyarakat. Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga
- Baisuni, A. 2008. Pengaruh Umur Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) Jantan Terhadap Nisbah Kelamin. *Skripsi*. Jember: FMIPA UNEJ Jurusan Biologi
- Campbell, N. A., Recce, J. B., & Mitchell, L. G. 2002. *Biologi*. Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Chumaisiah, N. 2002. Pengaruh Inbreeding Terhadap Viabilitas dan Fenotip Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* M.) Tipe Liar dan Mutan Sepia. *Skripsi*. Jember: FKIP UNEJ Jurusan Biologi
- Corebima, A. D. 1992. *Genetika Mendel*. Malang: FMIPA IKIP Malang
- Corebima, A. D. 1997. *Genetika Kelamin*. Surabaya: Airlangga University Press
- Gardner, E. J. dan D.P. Snustand. 1984. *Principle of Genetics*. Seven edition. New York: John Wiley & Sons, Inc
- Dimit, C. 2006. *Drosophila melanogaster*. [serial on line] <http://resources.wardsci.com/livecare/working-with-drosophila/html> [14 Januari 2012]
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Bandung: ARMICO
- Herskowitz, I. H. 1977. *Principles of Genetics*. New York: Mac Millan Publishing Company
- Karmana, I. W. 2010. Pengaruh Macam Strain dan Umur Betina Terhadap Turunan Jumlah Lalat Buah (*Drosophila melanogaster*). [serial on line] www.unmasmataram.ac.id/wp/wp-content/.../1.-I-Wayan-Karmana1.pdf [5 September 2012]
- Kusrini, E. 2007. Peranan Faktor Lingkungan Dalam Pemuliaan Ikan. Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar. Bogor: Pusat Riset Perikanan Budidaya. *Jurnal Media Akuakultur*. Vol. 2, No. 1
- Lesson, C. R., Lesson, T. S. dan Paparo, A. A. 1996. *Histologi*. Jakarta: EGC

- Morgan, T. H. 2009. *A Critique of the Theory of Evolution*. [serial on line] <http://www.gutenberg.org/files/30701/30701-h/30701-html> [9 Februari 2012]
- Muller, A. W. 1997. *Developmental Biology*. New York: Springer
- Mulyanti, F. 2005. Mutagenesis Perkuat dengan Uji Letal Resesif Terpaut Seks pada *Drosophila melanogaster* M. *Skripsi*. Bandung: FMIPA UNPAD Jurusan Biologi
- Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Pai, A. C. 1985. *Foundations of Genetics*. New York: Mac Graw-Hill Book Co, Inc
- Russel, P. J. 1992. *Genetics*. New York: Harper Colling Publishing, Inc
- Santoso, B. M. 2009. *Pengamatan Siklus Hidup Drosophila sp dan Pengenalan Mutan Drosophila sp*. Jambi: FKIP Universitas Jambi Jurusan Biologi
- Silber, J., Baxin, C., & Menn, A. L. 1989. *Vestigial Mutants of Drosophila melanogaster live better in the presence of aminoprotein: Increased level of dihydrofolate reductase in a mutant*. [serial on line] <http://rd.springer.com/article/10.1007/BF00332412> pdf [25 September 2012]
- Solawati, D. 2008. Efek Maternal Terhadap Viabilitas Lalat Buah (*Drosophila melanogaster* Meigen) strain bcl. *Skripsi*. Jember: FMIPA UNEJ Jurusan Biologi
- Stickberger, M. W. 1962. *Experimental Genetics with Drosophila*. London: John Willey and Sons
- Stine, G. J. 1991. *Laboratorium Exercise in Genetics*. New York: Mac Millan Publishing Company
- Suryo. 1995. *Sitogenetika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suryo. 2004. *Genetika*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Verma, S. M. K., & Agraval, V. K. 1975. *Genetics*. New Delhi: S. Chand and Company Ltd. Ram Nagar
- Wallace, D. C., Singh, G., Lott, Mt., Hodge, J. A. 1997. *Mitochondrial DNA mutation associated with Leber's hereditary optic neuropathy*. *Science*; 242:1427.

Wonderly, B.A. 2002. *Drosophila Genetics Lab 1*. [serial on line] www.accesscellence.org/atg/data/released/0083_BettyAnnWonderly?Lab1.html
[9 Februari 2012]

Yatim, W. 1983. *Genetika*. Bandung: Tarsito

LAMPIRAN

A. Data Analisis Untuk Viabilitas *Drosophila melanogaster* Strain Vestigial Menggunakan uji T

Persilangan	Ulangan										Jumlah
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
♀ vg × ♂ normal	37	44	42	28	29	36	21	22	28	32	319
♀ normal × ♂ vg	38	46	32	55	65	20	31	26	24	41	378

Group Statistics

Persilangan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
♀ vg × ♂ normal	10	31.9000	7.79530	2.46509
♀ normal × ♂ vg	10	37.8000	14.29685	4.52106

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	2.939	.104	-1.146	18	.267	-5.90000	5.14943	-16.71856	4.91856
Equal variances not assumed			-1.146	13.917	.271	-5.90000	5.14943	-16.95064	5.15064